

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10074308
PUBLICATION DATE : 17-03-98

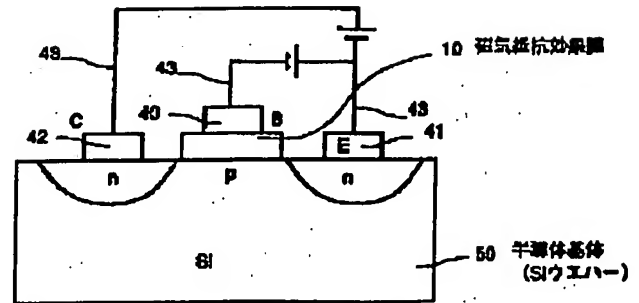
APPLICATION DATE : 30-08-96
APPLICATION NUMBER : 08229702

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : SUZUKI YOSHIO;

INT.CL. : G11B 5/39 G11B 5/09

TITLE : MAGNETIC SWITCHING ELEMENT,
AND MAGNETIC SENSOR AND
MAGNETIC RECORDING AND
REPRODUCING DEVICE USING THE
SAME



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To deal with high-density recording by forming a thin film having electric characteristics which change according to a magnetic field in an emitter or gate part so that the element has characteristics with different response depending on a magnetic field applied.

SOLUTION: The magnetoresistive film 10 is formed on a semiconductor substrate 50 such as a silicon wafer, especially by epitaxial growing method. The semiconductor substrate 50 has p-n junctions. A base electrode 40 is formed on the magnetoresistive film 10, while an emitter electrode 41 and a collector electrode 42 are formed on the region where ions are implanted in the silicon wafer to constitute a transistor. Namely, the electric resistance of the magnetoresistive film 10 changes corresponding to an external magnetic field. A voltage is applied through the base electrode to produce a current in the emitter electrode.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-74308

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/39			G 1 1 B 5/39	
5/09	3 0 1		5/09	3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-229702

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 星屋 裕之

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 高橋 宏昌

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 鈴木 良夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

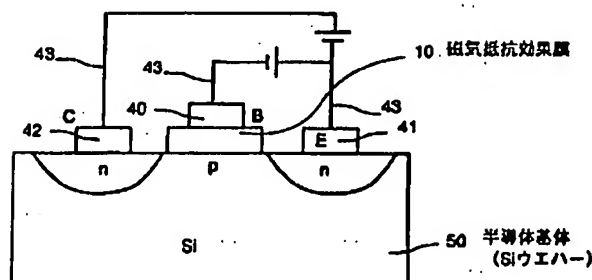
(54) 【発明の名称】 磁気スイッチング素子及びそれを用いた磁気センサと磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 高記録密度、高転送速度の磁気記録再生装置を得る。

【解決手段】 半導体基体上のトランジスタを直接に磁気抵抗効果膜で駆動する磁気センサ。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基体上に形成されたトランジスタ或いはダイオードの半導体素子に信号を入力するエミッタ或いはゲート部に、磁界によって電気特性の変化する薄膜を有し、上記素子に印加される磁界によって応答の異なる特性を有することを特徴とする磁気スイッチング素子。

【請求項2】前記薄膜は前記エミッタ或いはゲート部に直接積層している請求項1に記載の磁気スイッチング素子。

【請求項3】前記薄膜が磁気抵抗効果を有する磁気抵抗効果膜である請求項1又は2に記載の磁気スイッチング素子。

【請求項4】前記磁気抵抗効果膜が磁性膜/非磁性膜/磁性膜の構造を有する請求項3に記載の磁気スイッチング素子。

【請求項5】前記磁気抵抗効果膜が酸化物からなる共有結合性化合物、もしくは半導体と磁性体を混合分散した物質からなる請求項3に記載の磁気スイッチング素子。

【請求項6】前記磁気抵抗効果膜がペロブスカイト型化合物からなる請求項3に記載の磁気スイッチング素子。

【請求項7】前記磁気抵抗効果膜がA-M-O (A=L a, Y, Ho, Dy, Yb, Gd, Eu, Ca, Sr, Bi, Tl, Ba, Pb; K:M=V, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sn, Zn) 型酸化物からなる請求項3の磁気スイッチング素子。

【請求項8】前記半導体基体が単結晶からなり、上記磁気抵抗効果膜が上記単結晶にエピタキシャルした単結晶薄膜である請求項1, 2, 3, 4, 6または7の磁気スイッチング素子。

【請求項9】上記半導体基体が単結晶からなり、上記磁気抵抗効果膜が、上記単結晶と、中間層を介してエピタキシャルした単結晶である請求項1, 2, 3, 4, 6または7の磁気スイッチング素子。

【請求項10】請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8または9のスイッチング素子を用いた磁気センサ。

【請求項11】信号を磁気的に記録した記録媒体を有するディスクに近接して記録媒体から漏洩する磁界を検出する磁気センサを備えた磁気ヘッドおよびヘッドスライダを有する磁気記録再生装置において、上記磁気センサが請求項10の磁気センサである磁気記録再生装置。

【請求項12】磁性膜のビットパターンに情報を磁気的に記録したメモリで磁性膜に隣接して請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8または9の磁気スイッチング素子を配置し、情報の読み取りを前記磁気スイッチング素子で行う不揮発記録媒体。

【請求項13】請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8または9のスイッチング素子を用いた演算素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気スイッチング素子および磁気センサに係り、特に、高記録密度磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】米国特許US-5,432,373号にはマグネティックスピントランジスタ、およびそれを用いた磁気ヘッド、メモリセル、電流スイッチの記載がある。

【0003】特開平6-97531号公報には、p-n接合を磁性体層で挟んだ磁気抵抗効果素子の記載がある。

【0004】フィジックス トゥデー誌APRIL, 1995 (Physics Today, April, 1995)にはスピントランジスタの記載がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、記録密度の十分に高い磁気記録装置、記録媒体上での線記録密度の高く、さらに十分に高い駆動周波数で動作する磁気ヘッドを実現することが出来ず、記録装置としての機能を実現することが困難であった。

【0006】磁界を検出して電気信号を変える方法としては、ホール素子を用いて、磁界によって変化するホール電圧を検出する、などの半導体センサを用いる方法や、磁気抵抗効果素子と呼ばれる、磁界によって電気抵抗が変化する物質に電流を印加し、電気抵抗の変化を電圧に変換する方法が知られている。

【0007】しかしながら上記の方法については実用上の問題がある。前者についてはホール素子などの半導体磁界センサは磁界に関する感度が低く、弱い磁界、例えば磁気ディスク装置の記録媒体から漏洩する磁界を検出するような用途には使用できない。また、後者では、磁気抵抗効果素子に電流を通して出力を得るため、発熱による出力の低下や破損が生じる。特に、磁気抵抗効果素子の電気抵抗が高い場合には顕著であり、電気抵抗の高い物質は、磁気抵抗効果が大きくてもこの理由により使えないという問題があった。

【0008】本発明の目的は、半導体を用いる利点と、磁気抵抗効果素子の感度の良さを生かし、高密度記録に対応した磁気記録装置、特に高周波特性に優れ、かつ製造の容易な磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。本方法は特に、磁気抵抗効果を有する電気抵抗の高い物質を適用できる。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の課題は、半導体の利点と、磁気抵抗効果素子の感度の良さを活かす点にある。本発明のポイントは電気抵抗の高い磁気抵抗効果薄膜を、電力を浪費しないで駆動することにある。

【0010】上記課題を解決するための手段は、本発明の磁気センサをスライダ兼用のシリコンウェハ上のトランジスタと、このトランジスタを駆動するスイッチとしての磁気抵抗効果膜という構成である。

【0011】外部からの磁界で電気抵抗が変化する磁気

抵抗効果膜をトランジスタのベース部に形成し、ベースにかかる電圧を磁気抵抗効果膜の電気抵抗の変化でスイッチングする。磁気抵抗効果膜の電気抵抗が例えば磁界の有無によって 10^4 から $10^7 \mu\Omega\text{cm}$ に変化するならば、ベース部にかかる電圧を 10^3 倍変化させることができる。

【0012】本発明ではこのように磁気抵抗効果膜をベース部に接続したトランジスタを、磁気センサとして採用することにより、その結果、高感度と高周波特性に優れた磁気ヘッドを得、高記録密度、高速転送が可能な磁気記録装置を実現できる。

【0013】

【発明の実施の形態】

(実施例1) 本発明の磁気ヘッドを構成する磁気抵抗効果膜はイオンビームスパッタリング装置により以下のように作製した。100方位のp型シリコンウェハ上にイオン打ち込みによりn型部を作製し、基板とする。ランタン、カルシウム、マンガン、酸素からなる焼結ターゲットを用い、キセノンイオンビームをこのターゲット上に照射して膜形成を行った。スパッタ条件は以下であった。

【0014】

イオンビーム電圧	1.0 kV
イオンビーム電流	80 mA
スパッタガス	Xe 0.10 mTorr
	O ₂ 0.15 mTorr
膜形成速度	0.63 Å/s
基板温度	600°C
ターゲット組成	La ₈₈ Ca ₈ Mn ₈₈ -O
膜組成	La ₈₈ Ca ₁₁ Mn ₈₁ -O

基体上の素子の形成はフォトリソ工工程およびイオンミリングによってパターンニングした。その後、ウェハはスライダ加工し、磁気記録装置に搭載した。

【0015】以下に本発明の具体的な実施例を図を追って説明する。

【0016】図1は本発明の磁気センサの説明図である。磁気抵抗効果膜10は、例えばLaCaMnO単結晶膜からなり、例えばシリコンウェハからなる半導体基体50上に形成され、特にエピタキシャル成長してなる。半導体基体50は、p-n接合を形成してなる。ベース電極40を磁気抵抗効果膜10上に、またエミッタ電極41およびコレクタ電極42をシリコンウェハのイオン打ち込みした領域上に形成し、トランジスタを形成する。すなわち、外部からの磁界に感応して、磁気抵抗効果膜10の電気抵抗が変化する、望ましくは絶縁体/導体転移すると、ベース電極を通じて電圧が印加され、エミッタ電極に電流が通ずるのである。本実施例ではp-n接合の形成にイオン打ち込み法を用いたが、拡散法などで作製しても良い。また本実施例では磁気抵抗効果膜10をシリコンウェハ上に直接設けたが、適当な酸化

膜、中間膜を用いて、電気的な効果を高めたり、磁気抵抗効果膜の形成時の結晶の成長を容易にしても良い。或いは磁気抵抗効果膜の抵抗変化を、トランジスタの駆動に最適な電圧変化に変換する回路を同時に形成しても良い。本実施例では磁気抵抗効果膜にLaCaMnO膜を用いたが、この代わりに、磁性膜、非磁性膜、磁性膜の構成を有する磁気抵抗効果膜や、異常磁気抵抗効果を示す磁性膜、磁性膜と酸化物などの絶縁体或いは半導体との混合分散膜等、磁界によって電気抵抗の変化する膜であれば同等の効果を得ることができる。薄膜は多結晶膜であっても本発明の用途に反するものではないが、単結晶薄膜であるとより高性能にすることができる。薄膜の作製法としては本実施例のように単結晶基板上にエピタキシャル成長させることが望ましいが、適切な中間薄膜を用いて、これの上に形成しても良い。

【0017】図2は本磁気スイッチング素子を用いた磁気ヘッドの斜視図である。スライダ90上には下部磁気シールド85、上部磁気シールド兼及び下部磁極86、上部磁極87およびコイル44を形成して、磁気シールド及び記録用磁気ヘッドを構成してなる。半導体基体50は磁気シールドに挟まれて配置することで、磁気的な分解能を向上することができる。磁気抵抗効果膜10は記録用磁気ヘッドと同一のトラックを占めるように配置され、即ち、この部分が磁気的な感知部分に対応する。

【0018】図3は本発明の磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置の説明図である。図では簡略のため記録用磁気ヘッドは省略した。スライダ90上に配置した半導体基体50上には、磁気抵抗効果膜10、コレクタ、エミッタ、ベース電極42、41、40を形成し、さらに電極43で、他の素子部、例えば電圧供給電極などに接続する。磁気ヘッド96をディスク上の記録媒体91の記録トラック44に位置決めして再生を行う。ヘッドスライダ90はディスク上の記録媒体91の上を、対向面63を対向して0.2 μm以下の高さ、或いは接触状態で対向して相対運動する。この機構により、磁気抵抗効果膜10はディスク上の記録媒体91に記録された磁気的信号を、その漏れ磁界64から読み取ることで位置に設定される。

【0019】図4は本発明の磁気記録再生装置の構成例である。磁気的に情報を記録する記録媒体91を保持するディスク95をスピンドルモータ93で回転させ、アクチュエータ92によって磁気ヘッド96をディスク91のトラック上に誘導する。即ち磁気ディスク装置では磁気ヘッド上に形成したスイッチング素子、及び記録用磁気ヘッドがこの機構に依ってディスク95上の所定の記録位置に近接して相対運動し、信号を順次書き込み、及び読み取るのである。記録信号は信号処理系94を通じて記録ヘッドで媒体上に記録し、スイッチング素子の出力を信号処理系94を経て信号として得る。さらに磁気ヘッド96を所望の記録トラック上へ移動せしめるに

際して、本再生ヘッドからの高感度な出力を用いてトラック上の位置を検出し、アクチュエータ92を制御して、磁気ヘッド96の位置決めを行うことができる。本図では磁気ヘッド96、ディスク95を各1個示したが、これらは複数であってもよい。またディスク95は両面に記録媒体91を有して情報を記録してもよい。情報の記録がディスク両面の場合磁気ヘッド96はディスクの両面に配置する。

【0020】本発明の磁気ヘッドおよびこれを搭載した磁気記録再生装置を試験した結果、十分な出力と、低ノイズ特性を示し、また動作の信頼性も良好であった。本発明の磁気スイッチング素子は、また、そのトランジスタとしての特性上、単独の磁気センサ、磁気メモリの読みだし、または演算素子としても機能させることができる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば磁界に敏感で、高周波数で動作し、電力消費の少ない磁気センサを作製することができ、高記録密度、高転送速度の磁気記録装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1の磁気センサの説明図。

【図2】本発明の磁気スイッチング素子を用いた磁気ヘッドの斜視図。

【図3】本発明の磁気ヘッドの動作の説明図。

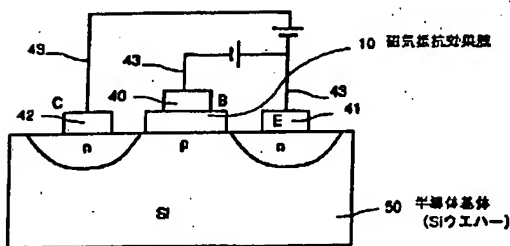
【図4】本発明の磁気記録再生装置の説明図。

【符号の説明】

10…磁気抵抗効果膜、40…ベース電極、41…エミッタ電極、42…コレクタ電極、43…電極、50…半導体基体。

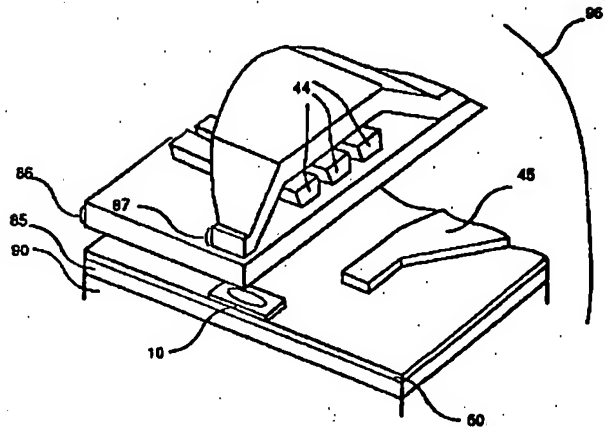
【図1】

図 1



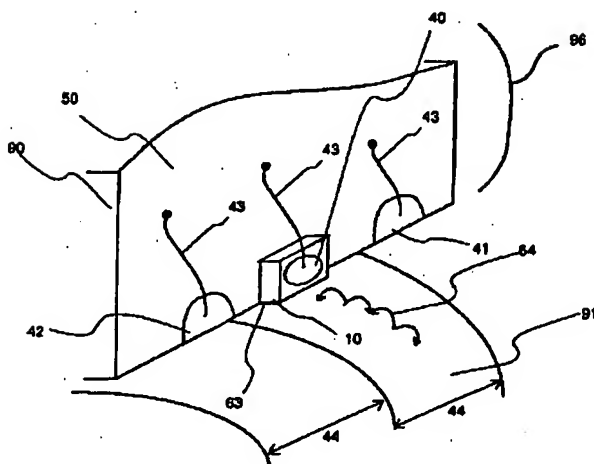
【図2】

図 2



【図3】

図 3



【図4】

図 4

